



TITLE:

ダブルとバイナリー

AUTHOR(S):

小槇, 孝二郎

CITATION:

小槇, 孝二郎. ダブルとバイナリー. 天界 1927, 7(73): 155-168

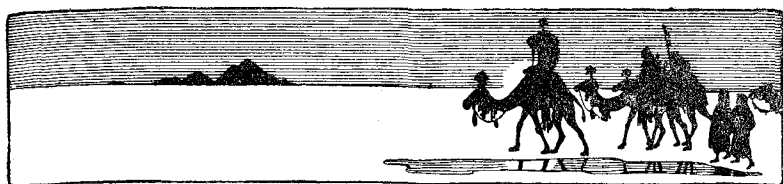
ISSUE DATE:

1927-03-25

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/161095>

RIGHT:



ダブルとバイナリー

紀伊 小橋 孝二郎

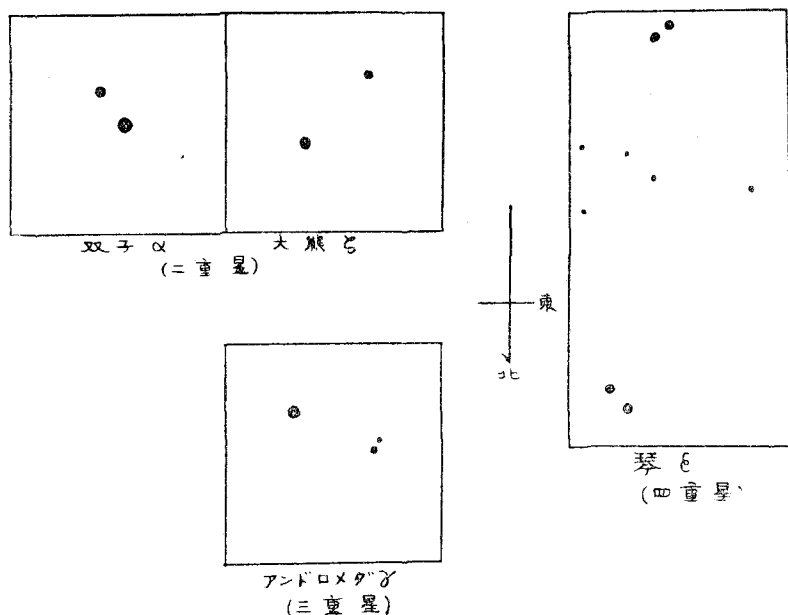
1. 二重星 (Double star) と多重星 (Multiple star)

我々が月のない晴夜大熊座 κ 星を注意して見ますと、其傍に稍光度の低い星が殆んどくつつかんばかりに輝いてゐるのを見受けます。其他琴座 ϵ 、山羊座 α など眼のよい人には、やはり單獨の星でなくて接近した二つの星なんだこうなづかれる星があります。二吋か三吋程度の小望遠鏡にてもこうした星は可成多く見出されませう。これ等の星の如く肉眼でからうじて見ゆるものから望遠鏡の力によつて分明して見ゆるものを重星と呼びます。現在に於ては其の發見總数は數萬個に上つて居りますが、年々新しい重星が加へられて次第に其數を増して居ります。其のうち、二つの星から成つたものを特に二重星 (Double star) と稱し、三つの星が接近せる時一其の中の二個が極く接近してゐる場合が普通である—その星の對を三重星 (Triple star) と呼び、更に四個の星が接近すれば四重星 (Quadruple star)、一般にそれ以上の星の接近を多重星 (Multiple star) と致します。四重量には琴座 ϵ の如く其中の二つづつが特に接近せるものもある。第一圖はその代表的なものです。

2. 眼視距離. 光度. 色.

眼視距離(角距離)は望遠鏡的には3分以下のものを二重星とします。 $\frac{1}{5}$ 秒以下のものは大望遠鏡を用ひなければ見られません。

可成りの割合に——多分全體の $\frac{1}{4}$ 乃至 $\frac{1}{3}$ 位はそうでせう——二重星を組織する各星は殆んど等光度であり、他の場合は比較的極端に光度がちかひ



第一 圖

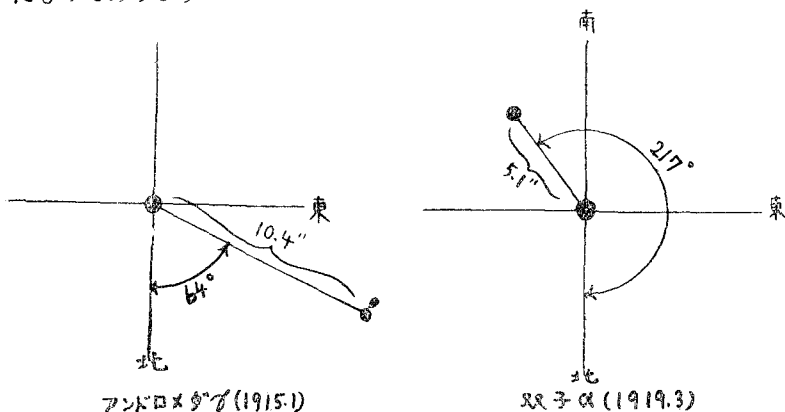
ます。大光度の星に對して小光度の星は通常伴星 (Companion) と呼ばれて居ります。

屢々こまでは行きますまいが、二重星の各員は美しい色のコントラストを示す場合があります。(等光度の場合は一般には無いやうです) 未だ闡明されてはありますが、光度の小なる方はスペクトルが大光度のものより、高度の位置にある様であります。現今知られてゐる斯様な色のコントラスト對稱のある數百の星についてしらべて見ても殆んど例外なしに、大光度の方は赤又は黄色を表はし小光度の方は緑若しくは青、紫を云つたふうなものになつてゐます。アンドロメダの γ 、白鳥座の β 、海豚座の γ 、まきを座の ϵ なぎは二吋か三吋程度の小望遠に於て覗はれる立派な對であります。

3. 二重星の測定

この測定は通常、絲線測微器 (Filar position-micrometer) によつてなされます。これによつて測定される量は位置角 (Position Angle) と距離 (Dis-

tance) であつて、距離は二星の星像の中心間の眼視距離 (Apparent distance) を秒(角度の)で表はしたものを意味します。位置角は大光度の星から小光度の星へ引ける直線と、大光度の星を通過する時圈 (Hour circle) となす角で、圖に示すが如く北より東をへて時計の針と反対の方向に測つたものであります。



第 二 圖

猶参考の爲め、著名なる二重星の近年の測定をかゝけます。

星 名	等 級	角距離	方位角	測 定 年
小熊 α (北極星)	2.1—8.8	18.2''	219°	1914.7
アンドロメダ γ A—B	2.3—5.4	10.4	64	1915.1
オリオン β (リゲル)	0.3—6.7	9.7	202	1916.1
オリオン ϵ A—B	2.1—4.2	2.3	157	1918.1
大犬 α (シリウス)	—1.6—8.4	11.3	65	1921.1
大犬 ϵ	1.7—9.0	7.2	160	1922.2
双子 α (カストア)	2.0—2.9	5.1	217	1919.3
小犬 α (プロシオン)	0.5—13.5	4.6	59	1918.2
大熊 ζ (ミザル)	2.4—4.0	14.4	150	1919.4

4. 二重星の光學的と物理的連結

二重星は次の二種類の何れかであらねばなりません。一は光學的 (Optically) 二重であつて、單に方向を等しくするだけで實際は一は近く一は遠く甚だしく隔たつたものであります。他は實際に近距離に存在し相互に重力の影響を受けてゐるためこれを物理的 (Physically) と呼びます。

5. 重星が光學的か物學的かを明らかにする準據

これは中々容易の仕事ではありません。なぜならば、二星を結ぶ直線上に二星の關係の運動が存在するか否かを決定するに充分なるだけの繼續した觀測結果を要するからであります。今若しこの二重星が實際に近距離にあるものとすれば、それ等の引力 (Attraction) によつて相互の周圍に曲線を畫いて運動する筈でありませう。又それが方向に於ける偶然の一致で實は遠距離にあるものとすれば、直線上を一定に運動する固有運動 (Proper motion) によつて、單に同種類の相對運動をするのみに止まる筈であります。よつて何れかの一星を固定すれば他は一定した直線を進る如く見えませう。

6. 光學的二重と物理的の二重の相關數

二重星觀測は單に百數十年前にウィリアム・ハーシェル (William Herschel) のなしたものを嚆矢と致します。彼がこの問題を取扱ひはじめた頃認められた斯様な對は百個に達せず、且それ等は色々な觀測をしてゐる時、出くはした偶然の產物の様であります。二重星の大多數は最近に發見されたもので、隨つて極く小數のみが物理的なるか否かを決定せられた丈で他の大多數はその決定に猶多大の時間を必要と致します。現今楕圓運動を確定せられてゐるのは約五百個に過ぎぬ有様で、他に平行なる固有運動を畫くため早晚軌道確定の見込あるものを加へても千個を越えないのであります。然し乍ら光學的重星なるものは、公算論 (Theory of Probability) の立場から、數に於て甚だ少ない事は明らかであります。故に實測上の證據はなくとも、物理的ではないかこの豫想の下に、ほゞこの程度までのものが觀測の價值あるかに對してエイトケンは次の限界を定めて居ます。

兩星の光度を合せて	二等以上	40"
	二等—四等	20"
	四等—六等	10"
	六等—九等	5"
	九等—十一等	3"
	十一等以下	1"

斯くの如く物理的の二重は以外に多く、重星の大部分はこれが占めて居る

様であります。この様な二重星を特に名づけて聯星(連星) (Binary star)と致します。

7. 聯星 (Binary stars) (或ひは連星とも書く)

ウィリアム、ハーシエル(W. Herschel) が彼手製の十八吋反射鏡を以つて、恒星の視差(Parallax)を確定せんために重星の観測を始めたのは實に西紀1779年でありました。ハーシエルは光度の差の大なる二重星では通常、一方は近距離に他は遙か遠距離にあつて、幾年かの観測を繼續すれば、二星は其の位置及び距離の間に認知し得べき變化を發見し得るだらうと考へたのであります。彼の時代には二重星の観測をするものなく、まして二重星に重力的關係があらうなごは夢想だにもしなかつた事であるから、これに依つて恒星の視差を知らうとした事は彼の取るべき當然の道行きとも考へられませう。果せるかな、此の事あつて五十年の後 1836 年ベツセル(Bessel) は、此の方法に依つて白鳥座61番星の視差を求め得たのであります。さて、ハーシエルはこうした眼目の下に、観測をつゞけ、二重星間に位置及距離の年週的振動がある事と豫想してゐましたが、結果は豫期に反して、全く異なつた、但し驚くべき事を發見したのであります。即ちそれは規則的に前進のみをつゞける運動であつて——正しく、二重星の一が他の周圍を一定な軌道を廻りつゝ徐々にめぐつてゐる事を示したものであります。これについて彼の言葉を借れば

“Went out like Saul to seek his father's asses, and found a kingdom.”

太陽系のひろがりのみに限定せられ。遠く恒星の世界に展開せらたる重力王國！蓋し、當時の天文學界に一大ショックを與へしご、宜なるかなであります。カストル、乙女座の γ 大熊座の ϵ 及ヘルクレス座の ϵ 等は彼の指示した中で最も著名なるものであります。

8. 連星の軌道

連星の各が畫く眞軌道は、重力法則の下に、橢圓であり、且つ共同重心は焦點の上にあります。各々の橢圓は正しく相似であつて、其の大いさは各々の質量に逆比例するごは當然でありませう。連星を組織する二星間に相對的運動がある限り、私等は、彼等二星の何れかゝ靜止して(通常は

大なる方を静止せるものとする). 他はその周囲を、共同重心をめぐる二つの實軌道に相似なる相對的軌道によつて周轉するものと致します. 相對的軌道の大いさは實軌道より大きく、其の半長軸は實軌道のその和に相當します. これ等はすべて第四圖によつて明瞭に知られませうと思ひます.

連星に於て位置角と距離のみが與へらるれば、單に測微觀測によつて相對的軌道は容易に求められるので、現在確められてゐるものゝ多くは相對的軌道であります.

9. 連星軌道の計算

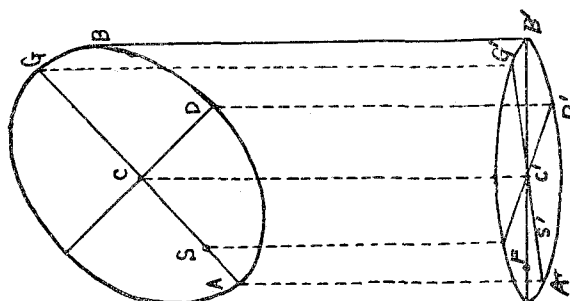
觀測する我々が軌道面を垂直に眺め得る様な位置にあれば見えるまゝのものは、眞實の軌道の形を示す筈であります. 相對軌道を用ふれば、則ち大なる方の星を焦點の一方に位置せしむる時、小なる方はケプレルの第二法則の示す如く等時間に等面積を畫きつゝ周轉致しませう. 然し、こんな好都合の位置に觀測者は居り得ぬまづしてよいから、見ゆるまゝの軌道は一般に眞實の形を見せて居ないを考へたらよいでせう. 楕圓をどんな傾斜を持つ平面に投射してもやはり橢圓を表はすから、前述の軌道は楕圓形にちがひないが、大きな星は勿論焦點の位置にあり相な筈はなく、長軸と短軸とは直交しないものと思つたよろしいでせう. 但し、小なる方の星がケプレルの第二法則による、面積速度を等しくして運行するここには何等變りはありません.

今第三圖によつて之を見るに、 ABG なる楕圓を伴星の眞の軌道を表はすものとし、其の中心を C 、一焦點を S (大なる方の星がこゝに坐してゐるを考へる)とし、私等の視線の方向を CC' とすれば、通常私等の見てゐる伴星の視軌道は $A'B'G'$ となります. これによつて前述の關係事項、即ち焦點に主星が位置せず、兩軸が斜交するに至るここは明瞭になりませう.

餘談ではあるが、偶然にも連星の軌道面が視線の方向に一致する場合には、蝕變光星を形成するものであることも推察出來様と存じます.

軌道運動が重力法則の下に行はれるここによつて、理論的には、相對的軌道の要素を決定するため、位置及距離の絶對的に正確な五個の觀測を要します. 實際には、運動のゆるやかな事と、二星が接近してゐるので可成

り大きい観測誤差を伴なふので概略の数値が必要な丈であります。この仕



事は單に勞力と時間との問題で、
 図 11 第 三 各々の對が軌道の完全なものが
 或ひはそれに近きものを描くまでは、甚だ不確
 實なものであり

ます。現在美事に軌道を決定せられてゐるものは約百個あまりであります。
 次に其の例として主星の二等以上のものゝ週期が十五年以内のものをのせる
 ここに致しました。

星 名	等 級	スペクトル	週期	長半徑	離心率	軌道面の傾斜
エイトケン 111 AB	9.6 9.6	G	10.5	0.18		
鯨 13	5.6 6.4	F	6.88	0.24	0.72	53°
大犬 α	1.6 8.4	A	50.00	7.57	0.59	43
双子 α	2.0 2.9	A	346.8	5.76	0.44	4
小犬 α	0.5 13.5	F	39.0	4.05	0.32	14
センタウルα	0.3 1.7	G,K	78.83	17.65	0.51	79
エイトケン 83	7.2 7.2	F	12.12	1.04		
こゝま δ	5.1 5.6	F	5.70	0.27	0.39	81
ペガサス ζ	5.0 5.1	F	11.35	0.29	0.49	78

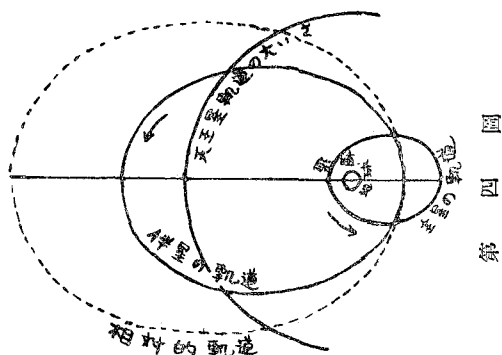
10. シリアスとプロシオン

この二連星は海王星の發見が數等の力に依つてなされたのと同様に、ニュートン力學が連星たる事を發見せしめた事件として有名なものであります。白鳥座61番星の視差を見出したので有名なベツセル(Bessel)は、シリアスの運動を子午環によつて精密に觀測した結果、それが普通の恒星の如き直線的な固有運動を示さず、説明に苦しんだ後シリアス伴星ありて主星たるシリアスが楕圓運動をなせるものであると説明しました。小遊星發見で有名な(52個の小遊星を發見した)ピータース(Peters)はベツセルの考に因づいて、伴星の質量並びに主星との距離などの計算を1851年に發表しま

した。恰もその時(1862)レンズみがきの大家オルヴァン・クラーク(Alvan, G. Clark)はシカゴ天文臺に備へるため、當時世界第一の望遠鏡を製作完成し、試験のためシリウスに筒をむけた時、約九等の光度を持つ小伴星を認めたのであります。やがてそれがシリウスの特異運動を闡明すべきものなる事を確定しました。

伴星の光度は太陽の百分の一で、シリウスに比すれば一萬分の一であります。但し質量はシリウスと大差なく近年の發表によればこの伴星は驚くべき比重をもつ天體となされて居ります。

第四圖は是等二星の眞軌道と、シリウスを固定した時の相對的軌道を示したものであります。比較のため地球及天王星の軌道の大いさを入れました。



ベツセルは又プロシオンについても同じ結果を豫想したが久しく伴星は

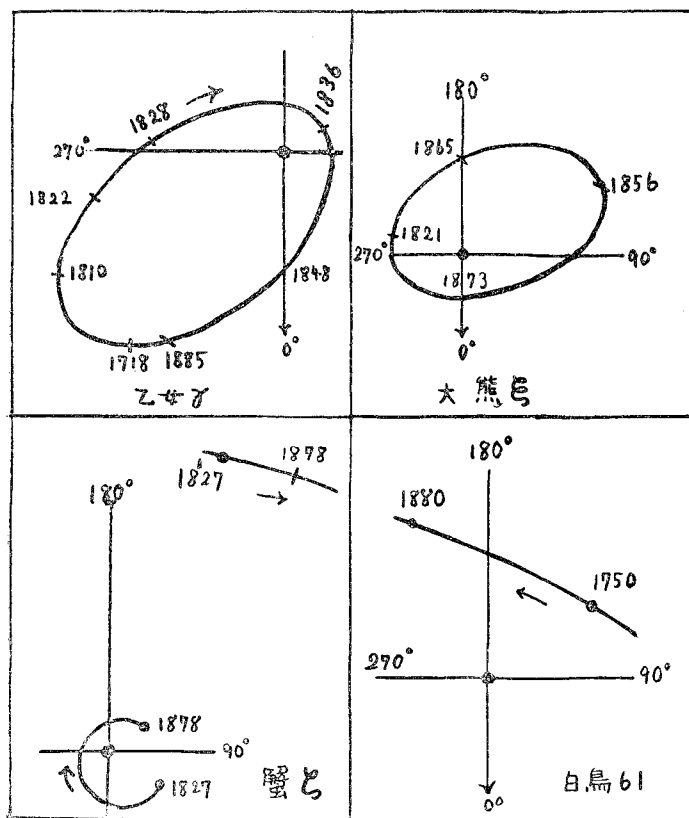
發見されませんでした。處が彼の豫言後五十年1896年11月リック天文臺のシーバー(Seibert)に依つて到頭發見に至りました。位置は推算と一致し、光度は13等を示してゐました。

11. 週 期

現今知られてゐる連星中週期の最短なのは駒座の ϵ で、5.7年でありますが、長い方になると恐らく何十萬年といふ程度のものでありませう。次に數個の連星軌道をのせました。

12. 軌 道 の 形

軌道の軸の角長半径は駒座 ϵ の如き $0.3''$ 位のものから、センチウルの α の如き2度12分の距離に伴星を有する程大半径のものもあります。(軌道が確定せられてゐることは云へないが主星に平行なる固有運動を示す爲、連星



第五圖

のやうである。) 實長は視差が明らかなる場合でなければ求められないわけでありませう。視差より角半徑より實長を導びきし例として材料はやゝ古いきらひはあるが、シー(See)によれば

星名	親差	角半軸	實半軸 (天文單位)	週期	項量(太陽 チ1トス)
カシオペア η	0.35"	8.21"	23.5	195.8年	0.33
シリウス	0.39	8.03"	20.6	52.2	3.13
センタウル α	0.75	17.70	23.6	81.1	2.00

(この値は近年の結果と多少の相違があることを御了承下さい。) この例によればシリウスの場合には伴星の質量は主星の約 $\frac{1}{10}$ に出て来るし、センタウル α では殆んど等しいものになつて來ます。聯星はこの例では、太陽系

中の大なる軌道を持つ天王星海王星と比肩する、軌道をもつものの様であります。連星軌道の研究は未だ充分とは申されぬので、全部がこんな風だとは勿論申されません。

13. 連星の質量

連星の軌道の形、週期が判明すれば、質量は重力法則によつて次の式から求められます。

$$M+m=4\pi^2 \times \frac{(\text{長半徑})^3}{(\text{週期})^2} \quad \pi; \text{重力の常數}$$

長半徑及び週期が天文單位及年數で表はされてゐれば、 $4\pi^2$ なる項が省けるから、 $M+m$ は太陽を單位としての値が出て来る事になります。前表に於ける最終の行の値は太陽を1として定めたものであります。猶數例を擧げる。

星名	光度 A(主) B(伴)	質量 A B	星名	光度 A B	質量 A B
センタウルα	0.3 1.7	1.1 0.9	蛇遣 70	4.1 6.1	0.8 0.7
大犬α	1.6 8.4	2.4 1.0	大熊ε	4.4 4.9	0.55 0.55
クリウゲル六	9.3 10.8	0.20 0.18	ヘルクレスζ	3.0 6.5	1.0 0.5
十番小犬α	0.5 13.5	1.1 0.4			

× × × × ×

こゝで一寸御断はりして置きたい事は、今まで連星々々書きばなしにして置きましたが、現今分光連星 (Spectroscopic-Binary)と區別すれば、實視連星と名付けらるゝものでありますから、其旨御ふくみ願ひます。

× × × × ×

14. 分光連星 (Spectroscopic Binary)

望遠鏡の力によつて、二つには見えぬけれども、それが分光器の力によつて連星たることを證し得るに至つたのは極めて最近の發見であります。

即ち、連星たる以上は、例令望遠鏡の視野に一個として映するも、分光器にかくれば、スペクトル中に各々から來た光線が重複するところになります。然も二星は相互に正反對の方向に運動するものであるから、視線速度の相異となつて暗線に移動が表はれます。依てこの暗線間の距離を測定し

相對的速度を見出し得て、數回の觀測結果から連星なることを知り得たのであります。但しスペクトルには暗線に基準位置を云ふものがあるから、一方が暗黒な天體であつても、他方だけの觀測によつて——それに週期的移動があれば——連星なることを看破出来る筈であります。オリオンの δ 等はその例でありまして、伴星は暗黒體なのであります。

西紀1889年、御馴染の連星大熊座 ϵ の主星が、ピケリング（Pickering）によつて、スペクトル中に二重の暗線があり、約52日の週期を示してゐることを發見されました。（大熊座 ϵ 星の詳しい記事は大正十五年の天文月報第十號及第十一號を御覽下さい）。これ、主星が二星より成り、二星の共同重心を周轉してゐることによつて記明さるゝところであります。

フオーゲル（Vogel）の觀測（1900—1901）は、該星の週期を20.6日、連星間の距離は 2833×10^4 哩、質量は太陽の9倍なることを推定してゐます。参考の爲め主なる分光連星を次の表にかゝけました。（光度2.5等以上のもの）（一は近づき十は遠ざかる）

星 名	等 級	分光型	週 期	視線速度振幅	平均視線速度
アンドロメダ α	2.2	A	96.67日	30.75軒秒	—11.53軒秒
小 熊 α	2.1	F	3.963	3.04	—14.8
ペルセウス β	2.3—3.5	B	2.867	41.3	+3.40
馭 者 α	0.2	G	104.022	25.76	+30.17
オリオン β	0.3	B	21.90	3.77	+22.62
双 子 γ	1.9	A	2175.0	6.12	—12.28
馭 者 β	2.1	A	3.960	108.96	—18.1
オリオン δ	2.5	B	5.732	100.96	+20.15
双 子 α^1	2.8	A	2.928	31.76	—0.98
双 子 α^2	2.0	A	9.219	13.56	+6.20
大 熊 β	2.4	A	0.312	1.25	—10.93
大 熊 ϵ	1.7	A	1.516	3.5	—12.9
大 熊 ζ^1	2.4	A	20.536	69.22	—9.64
乙 女 α	1.2	B	4.014	126.1	+1.6
孔 雀 α	2.1	B	11.753	7.25	+2.0

1889年フオーゲルは、又アルゴールの軌道運動を分光器により發見して、グトニツクの提案に裏書した事は分光學發達史の一頁を飾る一エピソードであります。

14. 分光連星の週期

現今知られてゐる分光連星中週期の最も短きものは、セフェウスの β 及牡牛座の RZ で前者は0.19日、後者は0.172日であります。週期の長い方では限りはありません。

15. 分光連星の數

只今まで調査された星は多く大光度のもので、近々五六千個の肉眼星だが、以外に多く一千餘りも分光連星なる事を知られてゐます。カンベル (Campbell) に據れば全恒星の二、三割は分光連星であらふといはれてゐます。

× × × × ×

16. 三連星及多連星

三重星或ひは四個以上の星の接近せる多連星に於て、相互に物理的關係があれば夫々三連星及び多連星と申します。これ等は複雑した三體乃至は多體運動をやつて居ります。

三連星は最初に記した通り三星中の二星は、極く近接してゐるのを例とするので、運動の形式として二星の橢圓軌道を第三星が攝動するものとしてゐる場合が多い様です。例へば第五圖中の蟹座の ϵ は AB 兩星の相互橢圓運動を第三星が57年毎に攝動してゐるここになつてゐます。此星中 AB の週期は最近の研究から57.9年、半長軸0.87 秒のものでありますが、第三星 C は約5秒をへだたり週期も恐らく數百年と云ふ程度のものでありませう。

四重星の好標本琴座の ϵ に於ては各々二つづゝが接近して何れも約四五百年の週期でめぐつてゐて、更にこれらが全體として共同重心の周圍を數千年といふ程度の週期でめぐつてゐる様であります。

17. 連星の分光型式に於ける分布

分光型式によつて約四千個の連星を分類すれば

O 型乃至 B ₈ 型	約 四 分
B ₉ —— A ₃	約 三割二分
A ₅ —— F ₂	約 一割四分

F ₅ — G ₀	約 二割八分
G ₅ — K ₂	約 一割一分
K ₅ — M ₀	約 一 分

この表にて見る如く早期及び晩期を除外すれば、各型中に可成一様に分布されてゐる様であります。連星に於て各々が光度を異にするが如く分光型も同様同一でなく、一般に巨星連星にては微星の方が早期の分光型に屬し、矮星にては微光星の方が晩期の分光型に屬してゐます。

次に分光連星の分布をこれば

B 型に屬してゐるもの	約三割三分
A 〃	約二割六分
F 〃	約一割
G 〃	約一割二分
K 〃	約一割六分
M 〃	約 三分

即ち實視連星と比較すれば前者は G 型のものに多く、後者は B 型に多き事は著しき差異でありませう。

× × × × ×

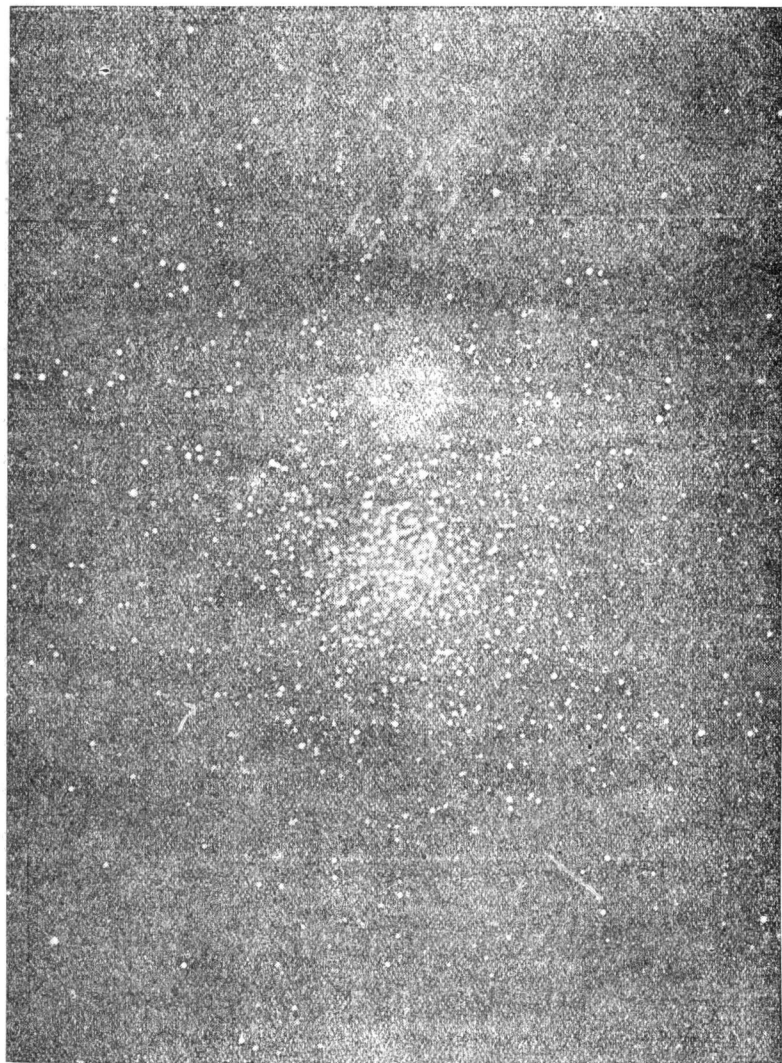
随分長く書きならべましたが、まごまりのないものになつてしまつた事を御赦願ひます。猶星辰進化論と連星との關係などは甚だ興味あるものでありますが、又別の機會に述べさせて頂き度いと思つてゐます。(完)

重要な今春の總會

本會は來る五月八日(日曜)神戸市に於いて定期總會を開きます。——七年前、本會が生れ出でてより今日まで、會は形に於いても、内容に於いても大なる發展をしました。就いては此の際、昭和の新時代に入る初めての總會に於いて、大に其の陣容を改め、あらゆる方面に於いて活躍の準備を整へたいと思ひます。今度の總會には

1. 會員の組織を改めること。
2. 會の役員や幹部の組織を全然改造すること。
3. 會の名を改めること。

等に関する諸種の最重要なる議案が提出される筈であります。全國の會員たち奮つて參加せられんことを希望します。——詳細は次號を見られよ!!!



ヘリクレス座の球状星団

これは、ヘリクレス座にある球状星団で、メシヤーの第十三番、NGCの第6205番です。北天に於て有名な星団ですが、この写真は、カナダ、オツタワにあるドミニオン天文臺の10呎反射鏡で J.S. Plaskett 教授が撮つたものです。色々な光度の星が見えるではありませんか、光の強い星は巨星であり、光の弱い星は矮星だらうと言はれて居ます。